

## 明 細 書

## スメクティック液晶素子およびその製造方法

## 技術分野

本発明は、スメクティック液晶素子およびその製造方法に関するものである。

## 背景技術

近年、液晶ディスプレイにおいて美しい動画表示を可能にするなどの様々な特徴から、自発分極を有する強誘電性液晶や反強誘電性液晶〔下記非特許文献1参照〕が注目されている。しかし、これらの強誘電性液晶や反強誘電性液晶に代表されるスメクティック液晶は、その分子配向構造に層構造を有するため、現在液晶ディスプレイなどへ広く利用されているネマティック液晶に比べ、一様配向構造を得ることが格段に困難である。

さらに、反強誘電性液晶は、現在までに数万とも言われる数多くのものが合成されてきたが、未だにその相系列にネマティック相を有するものは見出されておらず、相系列にネマティック相を有する強誘電性液晶よりもはるかに一様配向構造を得ることが難しい。

そこで、本願発明者らはこれまでに強誘電性液晶中に液晶骨格を有する高分子を導入した高分子安定化強誘電性液晶について報告をしてきた〔下記非特許文献2参照〕。

また、液晶に対して一様配向構造を得るための有効な従来技術としては、温度勾配法、磁場印加配向法、ずり応力印加法がある（例えば、下記非特許文献3参照）。しかし、これらは、特別な素子構成や装置を必要とするため、簡便な方法とは言えない。

〔特許文献1〕特開平2003-98553号公報（第2-3頁 図1）

〔非特許文献1〕A. D. L. Chandani et al. : Jpn. J. Appl. Phys., 28, L1261 (1989)

〔非特許文献2〕H. Furue et al. : Jpn. J. Appl.

Phys. , 36, L1517 (1997)

〔非特許文献3〕液晶便覧編集委員会編：液晶便覧，p.p. 248，丸善

### 発明の開示

第1図は従来のスメクティック液晶相において一様な分子配向構造を得る方法を示す模式図、第2図はその従来技術の問題点を示す図である。

スメクティック液晶相において一様な分子配向構造を得るためには、まず、第1図(a)に示すように、等方相(Iso.)から、降温過程を経て、第1図(b)に示すように、ネマティック相(N)に転移して分子の一様配向を形成した後、次いで、第1図(c)および(d)に示すように、スメクティック相(SmA, SmC)に転移して一様な層構造を形成することが重要である。

しかしながら、反強誘電性液晶のように等方相(Iso.)から直接スメクティック相(SmA, SmC)へ転移する場合、分子配向と層構造形成が同時に起こるため、等方相(Iso.)中に現れる液晶ドメインの核発生・成長の過程で生じる配向の乱れが層構造形成により固定化され、第2図に示すように、分子配向の乱れた媒質が得られてしまう(ネマティック相であれば、分子の再配向が容易に生じるため、液晶ドメインの成長に伴い、一様配向領域が拡大する)。

本発明は、上記状況に鑑みて、反強誘電性液晶に代表される相系列にネマティック相を持たないスメクティック液晶の一様配向を実現することができるスメクティック液晶素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

[1] スメクティック液晶素子の製造方法において、(a) スメクティック液晶に光重合性のネマティック相を示すモノマー液晶を添加した混合物の相系列として等方相—ネマティック相—スメクティック相を誘起させる工程と、(b) 前記混合物にUV光照射を行い、モノマーを光重合・高分子化させて、一様配向構造のスメクティック液晶媒質を生成する工程とを施すことを特徴とする。

[2] 上記[1]記載のスメクティック液晶素子の製造方法において、高分子が上記(b)工程において配向構造を記憶し安定化させるテンプレートの働きをなし、上記(b)工程後の等方相への転移によっても、相転移以前と全く変化しな

い一様配向構造のスマクティック液晶媒質を等方相から直接得ることを特徴とする。

[3] スマクティック液晶素子であって、上記[1]又は[2]記載のスマクティック液晶素子の製造方法によって製造される。

より具体的な例としては、

[4] 上記[1]記載のスマクティック液晶素子の製造方法において、前記スマクティック液晶が、4-cyano-4'-dodecylbiphenylであり、前記光重合性のネマティック相を示すモノマー液晶を30wt%添加することを特徴とする。

[5] 上記[3]記載のスマクティック液晶素子において、ラビング配向膜が形成された上下ガラス基板を有する液晶セル構造を具備する。

[6] 上記[5]記載のスマクティック液晶素子において、前記上下ガラス基板のラビング配向膜のラビング方向が同一方向になるように構成する。

[7] 上記[5]記載のスマクティック液晶素子において、前記液晶セルギャップが2μmである。

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

(1) 反強誘電性液晶に代表される相系列にネマティック相を持たないスマクティック液晶の一様配向を実現することができる。

(2) 簡便な方法により、高分子化され、一様な分子配向構造のスマクティック液晶媒質を有するスマクティック液晶素子を得ることができる。

(3) 高分子が配向構造を記憶し安定化させるテンプレートの働きをなし、等方相への転移によっても、相転移以前と全く変化しない一様配向構造のスマクティック液晶媒質を等方相から直接得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、従来のスマクティック液晶相において一様な分子配向構造を得る方法を示す模式図である。

第2図は、従来技術の問題点を示す図である。

第3図は、本発明にかかるスマクティック液晶へのモノマー液晶添加後におけ

るテクスチャーと温度変化を示す図である。

第4図は、本発明にかかるUV光照射を行い光重合・高分子化させた際のテクスチャーを示す図である。

第5図は、本発明の実施例を示すスマクティック液晶素子の構成図である。

第6図は、本発明にかかるネマティック相を経由して得られた等方相のスマクティック相への直接転移の態様を示す図である。

第7図は、本発明にかかるネマティック相を経由して得られた一様配向のスマクティック相において、UV光照射による高分子化を行ったときのテクスチャー写真を示す図である。

第8図は、本発明にかかるネマティック相を経由しないスマクティック液晶を高分子テンプレートに注入して得られた媒質のテクスチャー写真を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

高分子化され、一様な分子配向構造のスマクティック液晶媒質を有するスマクティック液晶素子を得ることができ、反強誘電性液晶に代表される相系列にネマティック相を持たないスマクティック液晶の一様配向を実現する。

その製造は、スマクティック液晶に光重合性のネマティック相を示すモノマー液晶を添加した混合物の相系列として等方相-ネマティック相-スマクティック相を誘起させる工程と、前記混合物にUV光照射を行い、モノマーを光重合・高分子化させて、一様配向構造のスマクティック液晶媒質を生成する工程とを施す。

#### (実施例1)

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

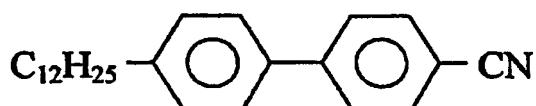
まず、本発明の原理について説明する。

スマクティック液晶に光重合性のモノマー液晶を適量添加する。このモノマー液晶にはネマティック相を示す物を用いる。ネマティック液晶モノマーの添加により混合物の相系列として等方相-ネマティック相-スマクティック相となるように混合比を調製する。つまり、その混合物に等方相-ネマティック相-スマクティック相の相系列が誘起されれば、一様な分子配向を有するスマクティック液晶媒質が得られることになる。なお、このときのスマクティック相は反強誘電性

液晶である必要はない（むしろ、上述したように、ネマティック相と反強誘電性液晶相は同一相系列では一般に共存しないので、このスメクティック相に反強誘電性液晶相は現れない）。

次いで、この混合物にUV光照射を行い、モノマー液晶を光重合・高分子化させ、液晶と高分子の相分離を引き起こす。相分離の結果、液晶は元の組成に戻るため、本来の相系列に戻る。主として添加したモノマー量に依存するが、高分子化に伴う配向の乱れが生じなければ、最終的に一様配向のスメクティック液晶媒質が得られることになる。また、高分子ネットワークの導入により、この一様配向構造が強く安定化されることも特徴である。

一例として4-cyano-4'--dodecylbiphenyl  
〔化1〕



に対して光重合性モノマー液晶UCL-001（大日本インキ化学工業社製）を30wt%添加した系における実験結果を、以下に説明する。なお、実験に用いた液晶セル構造は、ガラス基板上にポリイミドRN-1199（日産化学工業社製）のラビング配向膜が形成されており、ラビング方向が上下基板で同一方向になるように配置されている。

第5図は本発明の実施例を示すスメクティック液晶素子の構成図である。

この図において、1はガラス下基板、2はガラス下基板1上に形成されるラビング配向膜、3はガラス上基板、4はガラス上基板3下に形成されるラビング配向膜、5は本発明における高分子化され、一様な分子配向構造の液晶媒質を有するスメクティック液晶、6は液晶セルである。

ここでは、例えば、上下ガラス基板1、3のラビング配向膜2、4のラビング方向が同一方向になるように形成する。また、前記液晶セル6のギャップは2μmである。

モノマー液晶添加後におけるテクスチャーと温度変化を第3図に示す。

（1）まず、降温過程において等方相〔第3図（a）：55℃〕からネマティ

ック相〔第3図(b)次いで第3図(c):50℃〕への転移が、次いで、スマクティック相〔第3図(d):36℃〕への転移が確認される。ネマティック相を経由するため、一様な分子配向を有するスマクティック液晶媒質が得られる。

(2) これにUV光照射を行い光重合・高分子化させた際のテクスチャーを第4図に示す。

第3図(d)に示されるスマクティック相媒質〔第4図(a):36℃〕にUV光照射を行うことにより、光重合・高分子化された媒質〔第4図(b)〕が得られる。

この時、相分離が引き起こされるが、液晶／高分子の相分離による大きな配向の乱れは確認されず、一様な配向構造が維持される。なおかつこの光重合・高分子化された媒質〔第4図(b)〕は、相分離により、元の相系列に戻る。したがって、この等方相からネマティック相を経由して得られたスマクティック相が、今度は相分離によって、ネマティック相を経由せずにスマクティック相から等方相へ直接転移することが確認された。

第6図は本発明にかかるネマティック相を経由して得られた等方相から直接スマクティック相への直接転移の態様を示す図である。

この図に示すように、スマクティック相〔第6図(a):40℃〕を加熱して、一度、等方相〔第6図(b):60℃〕にした後に、再び降温させると、等方相〔第6図(b)〕から直接スマクティック相〔第6図(c):40℃〕へ転移するにも関わらず、第6図(c)に示すように、一様な分子配向が得られる。これは、形成された高分子ネットワークが光重合時の配向構造を記憶し、テンプレートの働きをしているからである。その結果、等方相〔第6図(b)〕に転移させる前後において、ほぼ完全に同一のテクスチャーが得られる。

次に、この高分子テンプレートに注目し、等方相一ネマティック相一スマクティック相の相系列を有する液晶に光重合性モノマーを添加し、UV光照射により高分子化させた後、溶媒により相分離された液晶を除去して高分子テンプレートを作製し、次いで、ネマティック相を相系列に有さないスマクティック液晶をテンプレート中に注入させて一様配向を得る手法について一例を示す。

ネマティック相を相系列に有するスマクティック液晶FELIX-020(ク

ラリアント社製)に上記した光重合性モノマー液晶を5wt%添加し、ネマティック相を経由して得られた一様配向のスマクティック相において、UV光照射による高分子化を行った。そのときのテクスチャー写真を第7図に示す。

第7図から明らかなように、高分子化に伴う相分離に基づく配向の乱れは確認されない。

その後、アセトンを用いてスマクティック液晶FELIX-020を除去し、得られた高分子テンプレート中に反強誘電性液晶CS4001(チッソ石油化学社製)を注入した。得られた媒質のテクスチャー写真を第8図に示す。この図において、第8図(a)および(b)は一様配向を有する75°Cの媒質、第8図(c)および(d)は一様配向を有する60°Cの媒質を示している。

これらによれば、大きな配向の乱れは確認されず、その結果、液晶媒質の光軸とクロスニコル偏光子の偏光軸を合わせた暗状態[第8図(b)および(d)]は、光漏れのほとんどない良好な黒レベルとなる。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から除外するものではない。

#### 産業上の利用可能性

本発明のスマクティック液晶素子およびその製造方法によれば、美しい動画表示を可能にする液晶ディスプレイに適している。

## 請 求 の 範 囲

1.

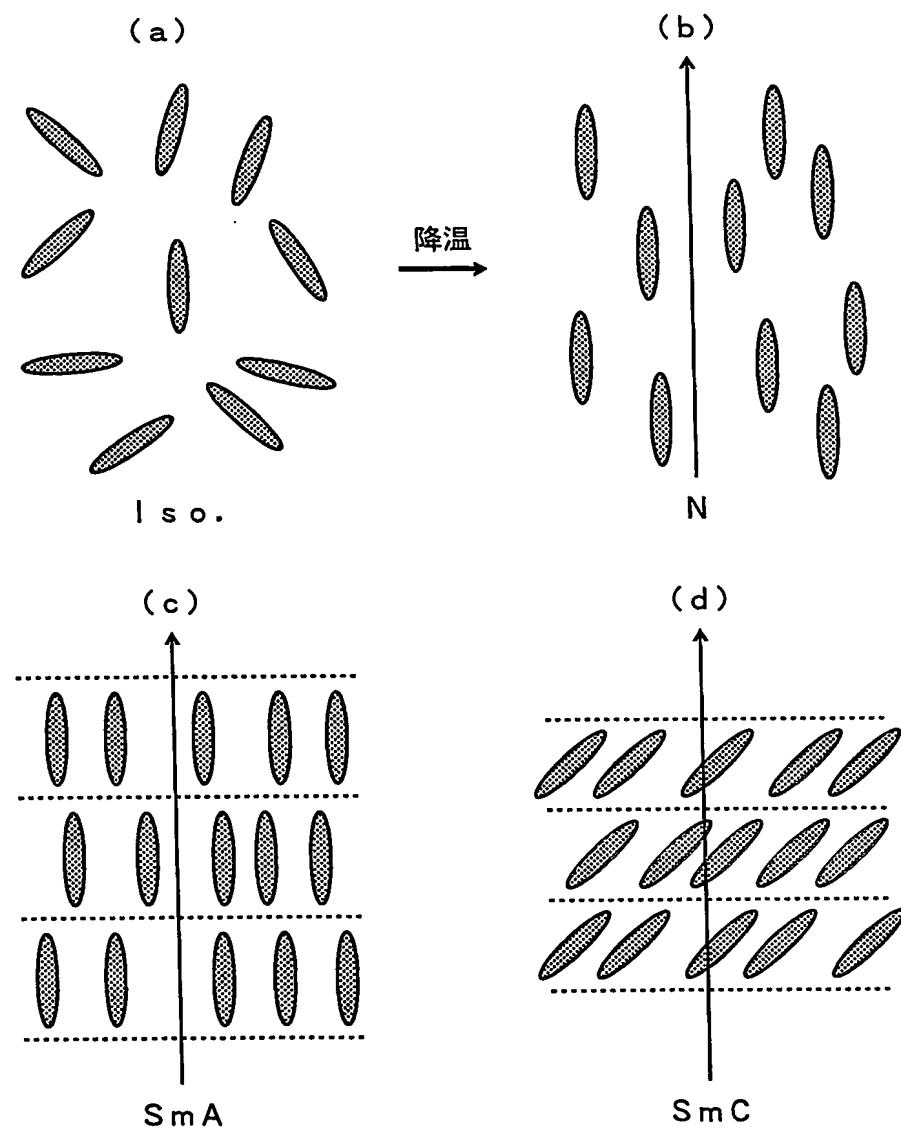
(a) スメクティック液晶に光重合性のネマティック相を示すモノマー液晶を添加した混合物の相系列として等方相-ネマティック相-スメクティック相を誘起させる工程と、

(b) 前記混合物にUV光照射を行い、モノマーを光重合・高分子化させて、一様配向構造のスメクティック液晶媒質を生成する工程とを施すことを特徴とするスメクティック液晶素子の製造方法。

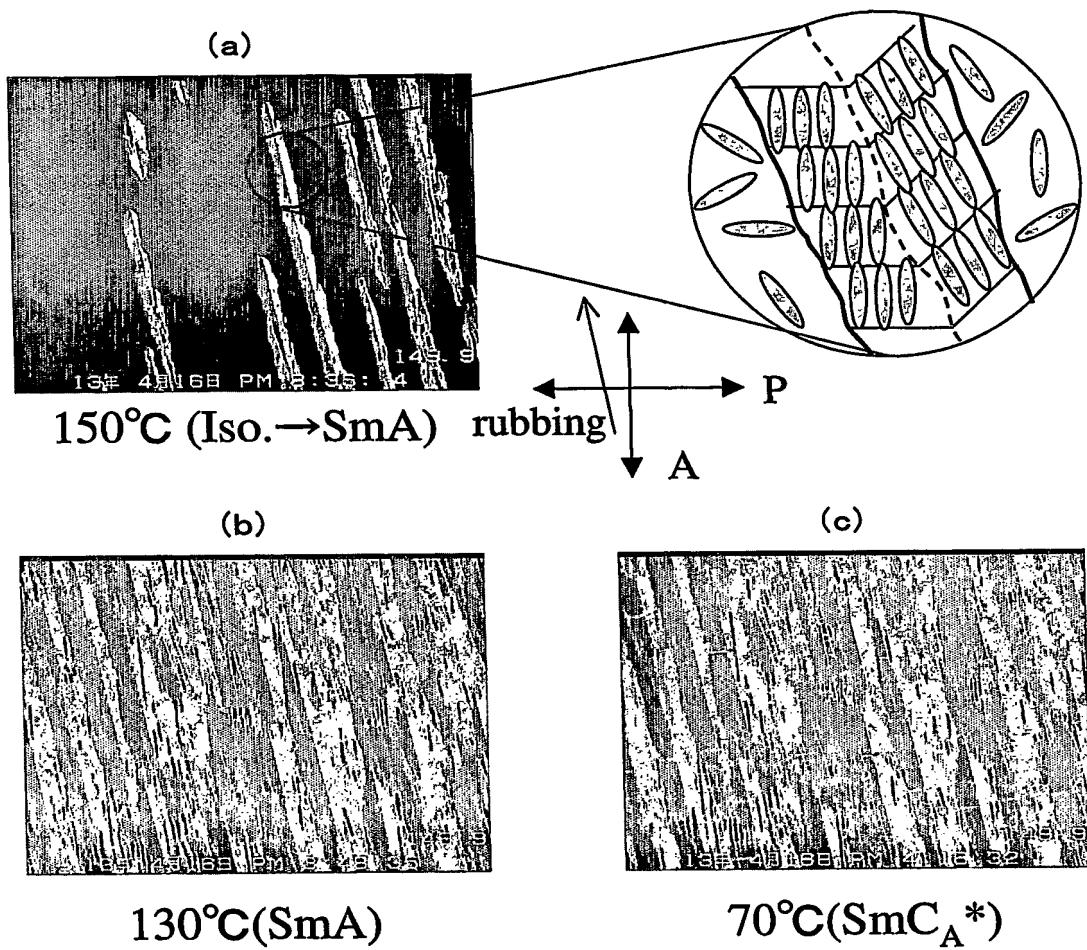
2. 請求項1記載のスメクティック液晶素子の製造方法において、高分子が上記(b)工程において配向構造を記憶し安定化させるテンプレートの働きをなし、上記(b)工程後の等方相への転移によっても、相転移以前と全く変化しない一様配向構造のスメクティック液晶媒質を等方相から直接得ることを特徴とするスメクティック液晶素子の製造方法。

3. 請求項1又は2記載のスメクティック液晶素子の製造方法によって製造されるスメクティック液晶素子。

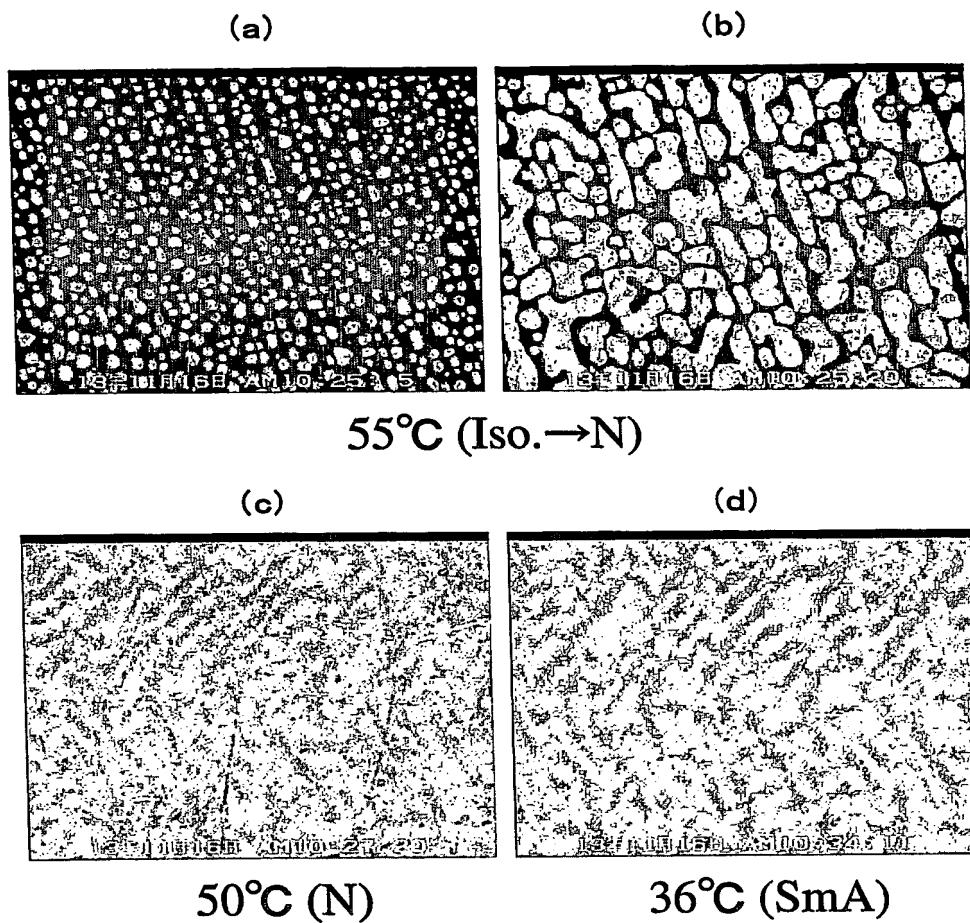
## 第 1 図



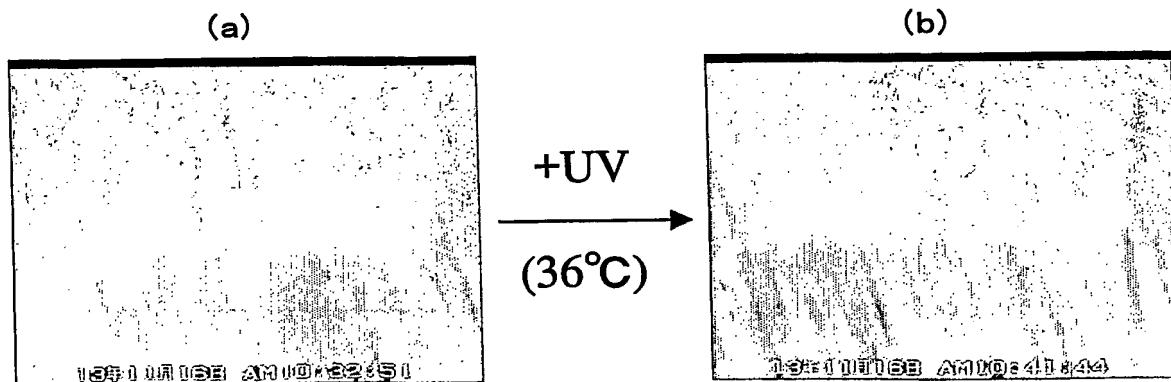
## 第 2 図



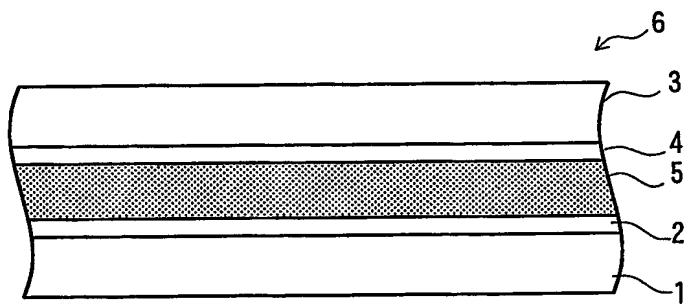
## 第 3 図



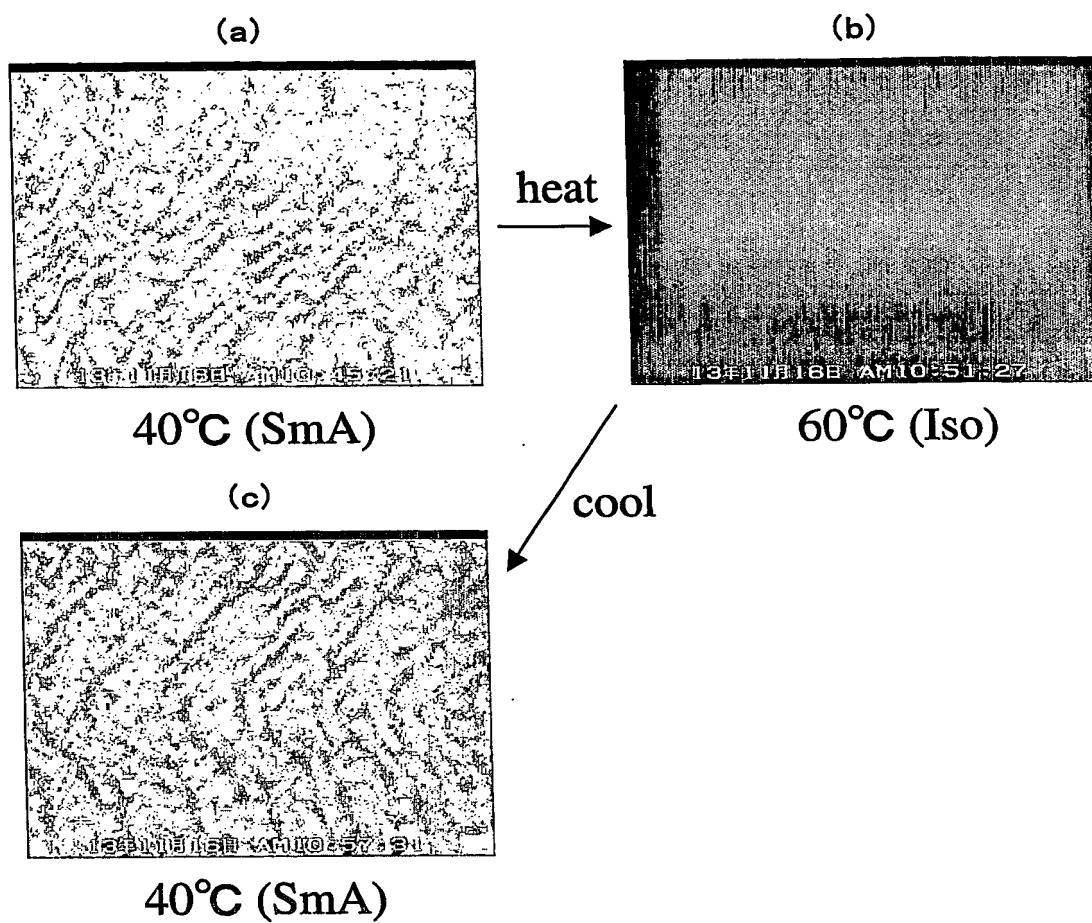
## 第 4 図



## 第 5 図



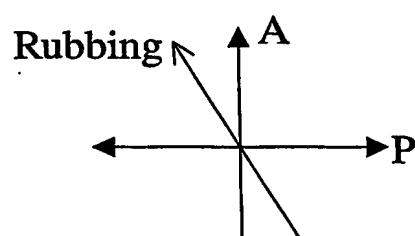
## 第 6 図



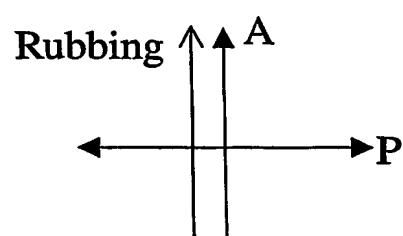
## 第 7 図



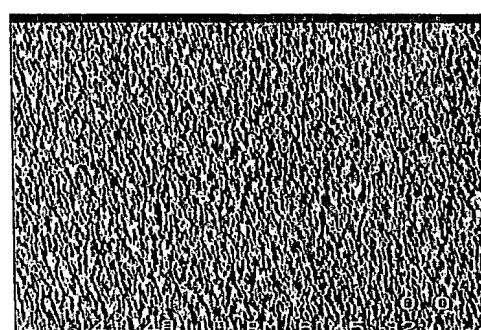
## 第 8 図



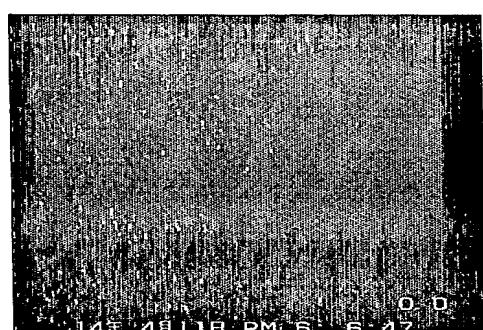
(a)



(b)

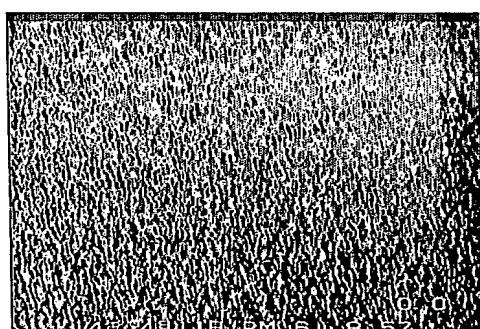
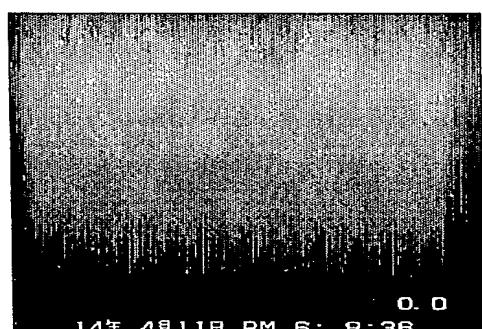


(c)



75 °C (SmA)

(d)

60 °C (SmC<sub>A</sub>\*)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10103

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/141, G02F1/1337

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/141, G02F1/1337, G02F1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	JP 2003-213265 A (Chisso Corp.), 30 July, 2003 (30.07.03), Par. Nos. [0052] to [0069] (Family: none)	1, 3 2
A	US 5594569 A (KONUMA et al.), 14 January, 1997 (14.01.97), & JP 7-318946 A	1-3
A	JP 4-268389 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 24 September, 1992 (24.09.92), (Family: none)	1-3
A	JP 2000-147510 A (Toshiba Corp.), 26 May, 2000 (26.05.00), (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
29 October, 2003 (29.10.03)

Date of mailing of the international search report  
11 November, 2003 (11.11.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP03/10103

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-195032 A (Nitto Denko Corp.), 09 July, 2003 (09.07.03), (Family: none)	1-3

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02F1/141, G02F1/1337

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02F1/141, G02F1/1337, G02F1/13

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P X	JP 2003-213265 A (チッソ株式会社)	1, 3
P A	2003. 07. 30, 第52~69段落 (ファミリーなし)	2
A	US 5594569 A (Konuma et al.) 1997. 01. 14 & JP 7-318946 A	1-3
A	JP 4-268389 A (出光興産株式会社) 1992. 09. 24 (ファミリーなし)	1-3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

29. 10. 03

## 国際調査報告の発送日

11.11.03

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

右田 昌士



2 X 9513

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP 2000-147510 A (株式会社東芝) 2000. 05. 26 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2003-195032 A (日東電工株式会社) 2003. 07. 09 (ファミリーなし)	1-3